

---

## **Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Komponen Bioaktif Sari Buah Namnam**

**Adawiah, Dede Sukandar, Anna Muawanah**

Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta  
Jl. Ir. H. JUada No. 95 Ciputat 15412

*Email : [sukandarkimia@uinjkt.ac.id](mailto:sukandarkimia@uinjkt.ac.id)*

Received: October 2015; Revised: November 2015; Accepted: November 2015; Available Online: August 2016

---

### **Abstrak**

Antioksidan adalah senyawa yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan karena dapat menangkap molekul radikal bebas sehingga menghambat reaksi oksidatif dalam tubuh yang merupakan penyebab berbagai penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan komponen bioaktif meliputi total fenolik, total flavonoid, total vitamin C dan aktivitas antioksidan sari buah namnam. Hasil analisis menunjukkan bahwa sari buah namnam murni mengandung fenolik sebesar 996.03 mg/L, flavanoid 421.09 mg/L, vitamin C 121.44 mg/100mL dan aktivitas antioksidan dengan  $IC_{50}$  5  $\mu$ L/mL.

**Kata kunci:** buah namnam, jahe, sari buah, antioksidan.

### **Abstract**

Antioxidant is a compound inhibit that have an important role in protecting health due to it can absorb free radical molecules and inhibit oxidative reaction which cause anykinds of diseases. This study aims to determine the chemical composition and antioxidant activity of namnam juice, characteristic of namnam. In this experimental, proximat analysis, TPC, TFC, Vitamin C, antioxidant activity were evaluated. Namnam juice contains 996.03 mg/L of phenolics, 421.09 mg/L of flavonoids, 121.44 mg/100mL of vitamin C and high antioxidant activity with  $IC_{50}$  5  $\mu$ L/mL.

**Keyword:** namnam, juice, antioxidant activity.

**DOI :** <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3155>.

## **1. PENDAHULUAN**

Tingginya kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan menyebabkan terjadinya perubahan pola makan dimana masyarakat cenderung lebih memilih makanan alami dan sehat yang berfungsi untuk mencegah atau mengobati penyakit. Hal tersebut telah menempatkan produk pangan fungsional sebagai *trend* produk pangan masa kini dan mendorong berbagai pihak industri baik industri farmasi maupun industri pangan mengarah pada konsep “*Healthy, Functional and Satisfied Foods*” dalam menghasilkan produk-produknya (Hariyadi, 2006). Pangan fungsional berbeda dengan suplemen makanan

atau obat dimana pangan fungsional preventif terhadap penyakit, dapat meningkatkan imunitas tubuh dan menurunkan resiko suatu penyakit.

Salah satu produk pangan fungsional yang terus mengalami perkembangan adalah pangan yang kaya akan antioksidan. Hal ini sangat erat kaitannya dengan peranan antioksidan dalam memelihara dan menjaga kesehatan karena mampu menangkap molekul radikal bebas dan spesies oksigen reaktif sehingga menghambat reaksi oksidatif yang merupakan penyebab penyakit-penyakit degenerative seperti penyakit jantung, kanker, katarak, disfungsi otak dan arthritis (Miller *et al.*, 2000).

Hasil uji fitokimia yang telah dilakukan oleh Sukandar *et al.*, (2013) buah namnam memiliki kandungan senyawa aktif flavonoid, triterpenoid, saponin dan tannin yang berkhasiat sebagai antioksidan. Namun pemanfaatan buah namnam sebagai buah konsumsi masih sangat rendah karena buah namnam memiliki rasa asam, sedikit manis dan sepat yang timbul saat mengkonsumsi buah namnam sebagai buah segar. Oleh karena itu, diperlukan adanya upaya yang dapat meningkatkan penerimaan buah namnam di masyarakat, salah satunya dengan mengolah buah namnam menjadi minuman sari buah.

Berdasarkan manfaat tanaman tersebut diharapkan buah namnam dapat menghasilkan minuman sari buah yang bernutrisi dan memiliki kandungan antioksidan yang tinggi. Minuman sari buah namnam yang dihasilkan juga dapat menambah keanekaragaman produk pangan fungsional sumber antioksidan.

## 2. METODE PENELITIAN

### Pembuatan Sari Buah Namnam

Pembuatan sari buah namnam dilakukan dengan menggunakan alat yaitu Juicer JE-507 merk Miyako yang dapat memisahkan ampas dengan sari buahnya secara langsung. Pembuatan sari buah dilakukan dengan metode Satuhu (2004) yang mengalami sedikit modifikasi melalui beberapa tahap yaitu, buah namnam disortasi, dicuci, diblansing dengan air garam 0.02% pada suhu 85 °C selama 5 menit. Kemudian buah namnam diekstrak dengan menggunakan *juicer* untuk memisahkan ampas dan sari buahnya secara langsung, dibiarkan sebentar dan disaring sampai dihasilkan sari buah namnam murni yang jernih. Dimasukkan kedalam botol dan disimpan pada suhu 4 °C untuk keperluan analisis selanjutnya.

### Analisis Aktivitas Antioksidan (Rekha *et al.*, 2012)

Uji aktivitas antioksidan dilakukan pada sari buah namnam dengan metode DPPH *free radical scavenger* menggunakan spektroskopi UV-Vis melalui tahapan sebagai berikut, sari buah namnam dilarutkan dalam metanol pada berbagai konsentrasi (0.1 µL/mL–12.8 µL/mL). Sebanyak 2 mL larutan sari buah dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL larutan DPPH 0.002% dalam metanol dan divorteks agar homogen.

Diinkubasi selama 30 menit dan diukur absorbansi campuran tersebut pada panjang gelombang 517 nm. Dihitung nilai % inhibisi dan IC<sub>50</sub> yang diperoleh.

### Analisis Total Fenolik (Rekha *et al.*, 2012)

0.5 mL sampel ditambahkan dengan 2.5 mL air destilasi, kemudian ditambahkan 0.5 mL reagen Folin-Ciocalteu (1:1) dan diinkubasi selama 3 menit. Kemudian ditambahkan 2 mL larutan NaCO<sub>3</sub> 20% dan dibiarkan pada *water bath* yang mendidih selama 1 menit. Setelah didinginkan pada *ice bath* dan diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 750 nm. Larutan standar yang digunakan adalah larutan asam galat 0 ppm sampai 1000 ppm. Jumlah Kandungan Fenolik sebanding dengan jumlah mg ekuivalen asam galat dalam 100 mL sampel.

### Analisis Total Flavanoid (Eghdami *et al.*, 2011)

0.1 ml sampel ditambahkan 0.3 ml air destilasi dan 0.03 ml larutan NaNO<sub>3</sub> 5%. Kemudian diinkubasi selama 5 menit. Ditambahkan 0.03 ml larutan aluminium klorida (AlCl<sub>3</sub>) 10%. Larutan yang dihasilkan disentrifugasi dan diinkubasi selama 5 menit kemudian ditambahkan 0.2 ml larutan NaOH 1 M dan air destilasi hingga volume 1 ml. Diukur nilai absorbansi pada panjang gelombang 430 nm. Larutan standar yang digunakan adalah kuersetin. Kandungan flavonoid dianggap sebagai jumlah ekuivalen mg kuersetin dalam 100 mL sampel.

### Analisis Total Vitamin C (AOAC, 1995)

Kadar vitamin C ditentukan dengan cara titrasi Iod. Sebanyak 5 ml sari buah namnam dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Ditambahkan 20 ml air destilat dan beberapa tetes larutan pati sebagai indikator. Selanjutnya dititrasi dengan larutan Iod 0.01 N sampai larutan berwarna biru. Tiap ml larutan Iod ekuivalen dengan 0.88 mg asam askorbat. Kadar vitamin C dapat dihitung sebagai asam askorbat dengan rumus sebagai berikut :  

$$\text{mg/100 mL Vit. C} = (\text{ml Iod } 0.01 \text{ N} \times 0.88 \times P \times 100) / \text{ml sampel},$$
 dimana, P = faktor pengenceran

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan pada kedua formulasi minuman sari buah

namnam-jahe dan sari buah namnam tanpa formulasi dengan metode DPPH *free radical scavenging* berkaitan dengan fungsinya sebagai sumber antioksidan.

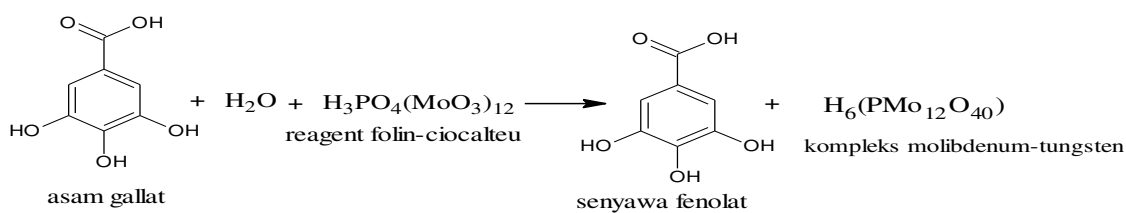
Hasil analisis aktivitas antioksidan menunjukkan baik sari buah namnam murni memiliki aktivitas antioksidan yang sangat baik dengan nilai  $IC_{50}$  5  $\mu$ L/mL. Tingginya aktivitas antioksidan sari buah namnam sangat erat kaitannya dengan tingginya kandungan senyawa fenolik, flavonoid dan vitamin C dalam sari buah namnam. Buah yang memiliki kandungan fenolik tinggi berpotensi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Rekha *et al.*, 2012; Evan dan Miller, 1996). Senyawa fenolik, flavonoid dan vitamin C mampu mendonorkan atom hidrogen ke radikal bebas DPPH membentuk senyawa DPPH tereduksi (DPPH-H) yang stabil. Semakin tinggi kandungan fenolik, flavonoid dan vitamin C maka semakin banyak radikal DPPH yang bereaksi sehingga konsentrasinya semakin berkurang. Semakin besar penurunan konsentrasi DPPH semakin tinggi aktivitas antioksidannya.

Kandungan komponen bioaktif yang dianalisis dalam sari buah adalah senyawa yang berkaitan dengan potensi sari buah sebagai sumber antioksidan meliputi analisis total fenolik, flavonoid dan vitamin C serta analisis aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik, flavonoid dan vitamin C merupakan senyawa antioksidan yang berperan aktif dalam penangkapan radikal bebas. Sifat antioksidan senyawa fenolik, flavonoid dan vitamin C dikarenakan sifat kimianya dimana fenolik, flavonoid dan vitamin C dapat berperan sebagai agen pereduksi, pendonor atom hidrogen, pengkelat logam serta memiliki aktivitas biologis yang dapat membantu memelihara sistem metabolisme tubuh (Astuti, 2007).

Total fenolik ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu. Prinsip dasar metode Folin-Ciocalteu adalah reaksi oksidasi dan reduksi kolorimetrik untuk mengukur semua senyawa

fenolik dalam sampel uji. Pereaksi Folin-Ciocalteu merupakan larutan kompleks ion polimerik yang diuat dari asam fosfomolibdat dan asam heteropolifosfotungstat yang terdiri dari air, natrium tungstat, natrium molibdat, asam fosfat, asam klorida, litium sulfat, dan bromin (Folin dan Ciocalteu, 1944). Senyawa fenolik bereaksi dengan oksidator fosfomolibdat dibawah kondisi alkalis menghasilkan senyawa fenolat dan kompleks molibdenum-tungsten berwarna biru (gambar 1).

Tingginya intensitas warna biru yang terbentuk setara dengan banyaknya kandungan senyawa fenolik dalam bahan. Total fenolik dalam sampel diperoleh dengan memasukkan nilai absorbansi sampel pada persamaan kurva kalibrasi standar asam galat. Penggunaan asam galat sebagai larutan standar dikarenakan asam galat memiliki gugus hidroksil dan ikatan rangkap terkonjugasi pada masing-masing cincin benzena sehingga senyawa ini mudah bereaksi membentuk kompleks dengan reagent Folin-Ciocalteu serta merupakan unit penyusun senyawa fenolik (Rorong dan Suryanto, 2010). Fenolik adalah senyawa yang memiliki cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon dari cincin aromatik tersebut. Gugus hidroksil dalam fenolik berkontribusi secara langsung terhadap aktivitas antioksidan dan memainkan peranan penting dalam penangkapan radikal bebas karena gugus hidroksil dari senyawa fenolik dapat mendonorkan atom hidrogen sehingga dapat menstabilkan senyawa radikal bebas (gambar 2) (Rezaeizadeh, 2011). Senyawa fenolik pada famili *fabeceae* terdiri dari senyawa fenolik sederhana dan kompleks. Tanaman yang termasuk kedalam famili *fabeceae* mengandung campuran beberapa senyawa fenolik yang berfungsi sinergis dengan komponen lain sebagai antioksidan dan pencegahan berbagai penyakit (Meskin *et al.*, 2002)



**Gambar 1.** Reaksi pembentukan kompleks molibdenum-tungsten blue (Hardiana *et al.*, 2012)

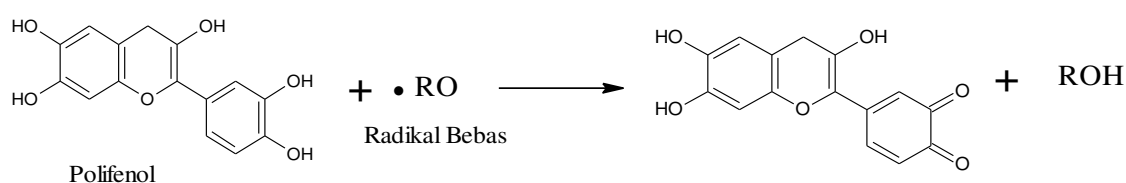
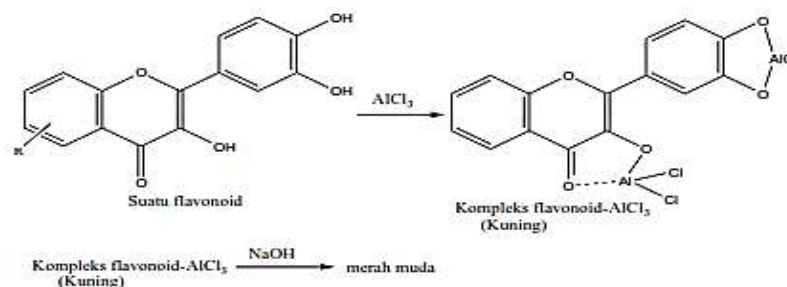
**Tabel 2.** Kandungan total fenolik, flavonoid dan vitamin C pada berbagai jenis buah

| Sari Buah        | Total Fenolik (mg/L) | Total Flavonoid (mg/L) | Total Vit. C (mg/100 mL) | Referensi                    |
|------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Namnam           | 996.03               | 421.09                 | 121.44                   | Uji langsung                 |
| Sapota           | 1346                 | -                      | -                        | Kulkarni <i>et al</i> , 2006 |
| Jeruk Lemon      | 760.00               | -                      | 10.60                    | Rekha <i>et al.</i> , 2012   |
| Jambu Mete Merah | 1752.7               | 410.20                 | 10.52                    | March <i>et al</i> , 2012    |
| Delima           | 92200                | 36700                  | -                        | Eghdami <i>et al.</i> , 2011 |
| Murbei           | -                    | 11200                  | 22.69                    | Indriani,2008                |

Sari buah namnam memiliki kandungan senyawa fenolik yang tinggi yaitu sebesar 996.03 mg/L lebih tinggi dibandingkan kandungan fenolik sari buah lainnya seperti jeruk lemon, tomat, dan limau, namun lebih rendah dari kandungan fenolik dalam sari buah Sapota, delima, jambu mete dan sari buah namnam-jahe. Flavonoid berperan dalam memberikan rasa dan warna pada berbagai buah dan sayur. Di dalam tubuh flavonoid berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, menghambat pertumbuhan mikroba dan mencegah kanker (Prior, 2003). Analisis kandungan flavonoid dilakukan dengan menggunakan reagen alumunium klorida ( $\text{AlCl}_3$ ). Gugus orto hidroksi dan gugus hidroksi keton dari senyawa flavonoid akan bereaksi dengan alumunium klorida membentuk kompleks alumunium-flavonoid yang absorbansinya diukur dengan

spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 430 nm (Prior, 2003).

Hasil analisis menunjukkan sari buah namnam memiliki kandungan flavonoid yang tinggi yaitu 421.09 mg/L lebih tinggi dibanding kandungan flavonoid dalam sari buah jambu mete, tetapi lebih rendah dari delima, murbei dan sari buah namnam-jahe. Jumlah kandungan flavonoid dihitung sebagai jumlah mg kuersetin. Arai *et al.*, (2000) menyatakan bahwa kuersetin adalah golongan flavonoid yang paling penting sebagai senyawa antioksidan. Tingginya kandungan flavonoid juga berkaitan dengan tingginya kandungan fenolik dalam sari buah namnam, dimana flavonoid merupakan subset dari senyawa fenolik. Oleh karena itu, tingginya kandungan fenolik dalam suatu bahan mengindikasikan tingginya kandungan flavonoid dalam bahan tersebut (Maisuthisakul, 2008).

**Gambar 2.** Mekanisme penangkapan radikan bebas oleh polifenol (Haryoto, 2007)**Gambar 3.** Mekanisme reaksi uji kandungan flavonoid total (Prior, 2003)

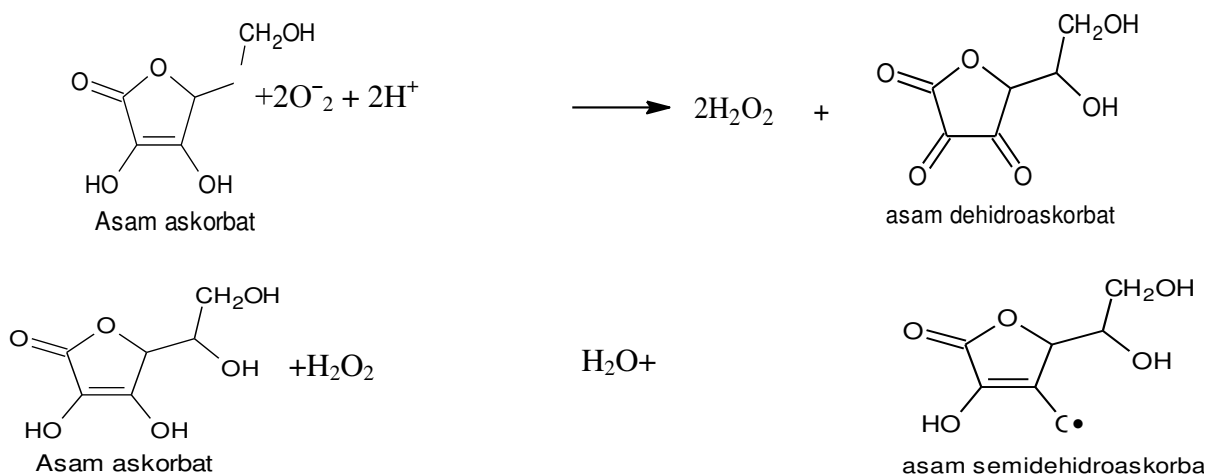
Flavonoid merupakan senyawa yang berperan penting dalam memberikan rasa dan warna pada buah dan sayur. Flavonoid bertindak sebagai antioksidan dikarenakan memiliki gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogen kepada senyawa radikal bebas dan menstabilkan senyawa oksigen reaktif (ROS) serta memiliki gugus keton hidroksil yang dapat bertindak sebagai pengkelat logam yang menjadi katalis pada peroksidasi lipid (Rezaeizadeh, 2011).

Flavonoid sangat efektif digunakan sebagai antioksidan dan dapat mencegah penyakit kardiovaskuler dengan menurunkan oksidasi *Low Density Protein* (LDL) (Johnson, 2001). Misalnya saja senyawa isoflavon (genistein dan daidzein) yang terdapat pada tanaman dari famili *fabeceae* yaitu kacang kedelai sangat bermanfaat dalam mencegah oksidasi dari partikel lipid dan menurunkan resiko terjadinya aterosklerosis (Anderson *et al.*, 1999). Choi *et al.*, (1991) menyatakan bahwa flavonoid juga dapat menurunkan hiperlipidemia pada manusia.

Vitamin C atau asam askorbat adalah vitamin larut air, banyak ditemukan dalam buah-buahan dan merupakan komponen penting untuk menjaga kesehatan. Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan karena secara efektif menangkap radikal bebas terutama ROS atau senyawa oksigen reaktif (Frei, 1994). Berdasarkan hasil pengujian sari buah namnam memiliki kandungan vitamin C yang tinggi yaitu sebesar 121,44 mg/100 mL lebih tinggi dari kandungan vitamin C dalam buah murbei, jeruk lemon, jambu mete merah dan sari buah

namnam-jahe. Vitamin C merupakan antioksidan non enzimatis yang larut dalam air. Sebagai antioksidan, vitamin C bekerja sebagai donor elektron ke dalam reaksi biokimia baik intraseluler maupun ekstraseluler. Secara intrasel vitamin C mampu menghilangkan senyawa oksigen reaktif di dalam sel neutrofil, monosit, protein lensa, dan retina serta bereaksi dengan Fe-ferritin. Diluar sel, vitamin C mampu menghilangkan senyawa oksigen reaktif, mencegah terjadinya LDL teroksidasi, mentransfer elektron ke dalam tokoferol teroksidasi dan mengabsorpsi logam dalam saluran pencernaan (Levine *et al.*, 1995).

Sebagai zat penyapu radikal bebas, vitamin C dapat langsung bereaksi dengan anion superoksida, radikal hidroksil, oksigen singlet dan peroksida lipid. Sebagai reduktor, asam askorbat akan mendonorkan satu elektron membentuk semidehidroaskorbat yang tidak bersifat reaktif dan selanjutnya mengalami reaksi disproporsionasi membentuk dehidroaskorbat yang akan terdegradasi membentuk asam oksalat dan asam treonat. Oleh karena kemampuan vitamin C sebagai penghambat radikal bebas, sehingga vitamin C sangat penting dalam menjaga integritas membran sel (Suhartono *et al.*, 2007). Reaksi asam askorbat dengan superoksida yang dihasilkan dalam tubuh secara fisiologis mirip dengan kerja enzim SOD dan reaksi penguraian hidrogen peroksida dikatalisis oleh enzim askorbat peroksidase (Asada, 1992) yaitu sebagai berikut.



**Gambar 4.** Mekanisme reaksi asam askorbat dan ion superoksida (atas) dan hidrogen peroksida (bawah) (Asada, 1992).



Selain itu, vitamin C sangat diperlukan tubuh dalam pembentukan kolagen. Vitamin C diperlukan bukan sebagai koenzim melainkan untuk meneruskan kerja enzim prolil hidroksilase dalam mensintesis 4-hidroksiprolil suatu asam amino yang penting dalam pembentukan kolagen. Vitamin C akan mereduksi ion  $\text{Fe}^{3+}$  dari sisi aktif enzim prolil hidroksilase menjadi bentuk  $\text{Fe}^{2+}$  sehingga enzim berada dalam bentuk aktifnya (Rekha *et al.*, 2012).

#### 4. SIMPULAN

Sari buah namnam dan sari buah namnam-jahe memiliki potensi sebagai minuman fungsional sumber antioksidan karena memiliki aktivitas antioksidan yang sangat baik. Kandungan senyawa fenolik, flavonoid sari buah namnam-jahe lebih tinggi dibandingkan sari buah namnam karena adanya pengaruh dari penambahan ekstrak jahe yang kaya akan antioksidan. Akan tetapi, kandungan vitamin C dalam sari buah namnam-jahe lebih rendah karena adanya proses pasteurisasi yang dapat merusak vitamin C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AFRC Institute of Fruit Research. 1989. *Home Preservation of Fruit and Vegetables*. London (ID): HMSO Publications Centre.
- Anderson JW, BM Smith, CS Washnock. 1999. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. *American Journal of Clinical Nutrition*. 70(3): 464S-474S.
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemistry, Inc., Washington D. C.
- Arai Y, Watanabe S, Kimira M, Shimoi K, Mochizuki R, Kinae N. 2000. Dietary intakes of flavonols, flavones and isoflavones by japanese women and the inverse correlation between quercetin intake and plasma LDL cholesterol concentration. *Journal of Nutritional*. 30: 2243-2250.
- Asada K. 1992. *Ascorbate Peroxidase-Hydrogen Peroxyde Scavenging Enzyme in Plants*. Didalam: *Physiologia Plantarum*. 85:23241
- Astuti Ambar Dwi Widhi. 2011. Efektivitas Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale roscoe var. Rubrum*) Dalam Mengurangi Nyeri Otot Pada Atlet Sepak Takraw. Artikel Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Choi JS, T Yokozawa, H Owa. 1991. Antihyperlipidemic Effect of Flavonoid From *Prunes deivadiana*. in: Meskin, M. S., WR, Bidlack AJ Davies, ST Omaye. 2002. CRC Press, London-New York (USA): *Phytochemicals in Nutrition and Health*.
- Eghdami A, Moghaddasi MS, Sadegi Fatimah. 2011. Determination of antioxidant activity of juice and peel extract of three variety of pomegranate and clinical study. *Advances in Environmental Biology*. 5(8): 2282-2287. ISSN 1995-0756
- Frei B, England L, Ames BN. 1989. Ascorbate Is An Outstanding Antioxidant in Human Blood Serum. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 86,6377-6381. Didalam: Kulkarni Anand P, Policegoudra RS, Aradhya SM. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of sapota (*Achras sapota* L.) fruit. *Journal Of Biochemistry*. 31: 399-414
- Frei. 1994. Reactive Oxygen Species and Antioxidant Vitamins: Mechanisms of Action (*American Jurnal Medicine*). Excerpta Medica Inc.
- Hariyadi P. 2006. Pangan Fungsional Indonesia. Didalam: Herold. 2007. Formulasi minuman fungsional berbasis kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* Bl. Miq) yang didasarkan pada optimasi aktivitas antioksidan, mutu citarasa dan warna. [Skripsi]. Bogor (ID): Insitut Pertanian Bogor.
- Haryoto Santoso, Broto Nugroho, Hafidz. 2007. Aktivitas antioksidan fraksi polar ekstrak metanol dari kulit kayu batang *shorea acuminatissima* dengan metode DPPH. *Jurnal ILMU DASAR*. 8(2): 158-164
- Herold. 2007. Formulasi minuman fungsional berbasis kumis kucing (*orthosiphon aristatus* bl. miq) yang didasarkan pada optimasi aktivitas antioksidan, mutu citarasa dan warna. [Skripsi]. Bogor (ID): Insitut Pertanian Bogor.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*, jilid 1. Jakarta (ID): Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Indriani Dian. 2008. Formulasi sari buah jeruk pontianak (*Citrus nobilis* var. *Microcarpa*)

- dengan aplikasi metode lye peeling sebagai upaya penghilang rasa pahit pada sari buah jeruk. [Skripsi]. Bogor (ID): Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Johnson IT, GR Fenwick. 2000. *Dietary Anticarcinogen and Antimutagens*. The royal Society of Chemistry
- Kulkarni, Anand P, Policegoudra RS, Aradhya SM. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of sapota (*Achras sapota* L.) fruit. *Journal Of Biochemistry*. 31: 399-414
- Levine MKR, Dhariwal RW, Welch Y, Wang, JB Park. 1995. Determination of optimal vitamin c requirements in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 62(Suppl) 1347S-1356S.
- Maisuthisakul Pitchaon, Pasuk, Sirikarn Ritthiruangejca. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some thai plants. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21: 229–240.
- Miller HE, F Rigelhof, L Marquart, A Prakash, M Kanter. 2000. Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *Journal of The American College of Nutrition*. 19(3): 312S-319S.
- Prior RL, Hoang HA, Gu L, Wu X, Bacchiocca M, Howard L, Hampsch-Woodill M, Huang D, Ou B, Jacob R. 2003. Assay for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 3273-3279. Didalam: Hsiu-Ling Tsai, Sam KC, Sue-Joan Chang. 2007. Antioxidant content and free radical scavenging ability of fresh red pummelo (*Citrus grandis* L.) juice and freeze dried products. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. 55: 2867-2872.
- Rekha C, Poornima G, Manasa M, Abhipsa V, Devi JP, Kumar HTV, Kekuda TRP. 2012. Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juice of four ripe and unripe citrus fruits. *Research Article. Chemical Science Transactions*. 1(2): 303-310.
- Rezaeizadeh A, Zuki ABZ, M Abdollahi, Goh YM, Noordin MM, Hamid M, Azmi TI. 2011. determination of antioxidant activity in methanolic and chloroformic extract of momordica charantia. *African Journal of Biotechnology*. 10(24): 4932-4940. ISSN 1684–5315.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1996. Structureantioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *free radical biol. Med*. 20, 933–956. Didalam: Kulkarni Anand P, Policegoudra RS, Aradhya SM. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of sapota (*Achras sapota* L.) fruit. *Journal Of Biochemistry*. 31: 399-414
- Rorong Johnly A, Suryanto, Edi. 2010. Analisis fitokimia enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan efeknya sebagai agen fotoreduksi  $Fe^{3+}$ . *Chem. Prog*. 3(1): 33-41.
- Satuhu S. 2004. *Penanganan dan Pengolahan Buah*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Sukandar Dede, Amelia Eka Rizki. 2013. Karakterisasi senyawa aktif antioksidan dan antibakteri ekstrak etanol buah namnam (*Cynometra cauliflora* L.). *Jurnal Valensi*. 3(1): 34-38. ISSN: 1978-8193.
- Suhartono E, Fachir H, Setiawan B. 2007. *Kapita Sketsa Biokimia Stres Oksidatif Dasar dan Penyakit*. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin (ID): Pustaka Benua.